

Völgyi szimmetria viszonyok a Borzsa-vízgyűjtő területén

Kész Attila

*Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Természetföldrajzi és
Geoinformatikai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem Tér 1/1.
kész.a@vipmail.hu*

Bevezetés

Jelen tanulmány a Borzsa-vízgyűjtő területén végzett morfológiai mérések eredményeit mutatja be. A vizsgálatok középpontjában a völgyi szimmetria viszonyok kiértékelése állt.

A vízgyűjtő területen belül egymástól élesen elkülönülő domborzati és litológiai adottságú tájak találhatók, melyet a morfológiai paraméterek is alátámasztanak. Jellemzőik jó közelítéssel adnak Kárpátalja domborzatilag és közzettanilag hozzájuk hasonlóságot mutató más területi egységeire vonatkozólag.

A tanulmány célja meghatározni a kutatási terület vízfolyás- és völgy-sűrűségét, azok bifurkációs viszonyait. Továbbá bemutatni a vízgyűjtő területre jellemző lejtősséget, meghatározni a völgyek szimmetria viszonyait.

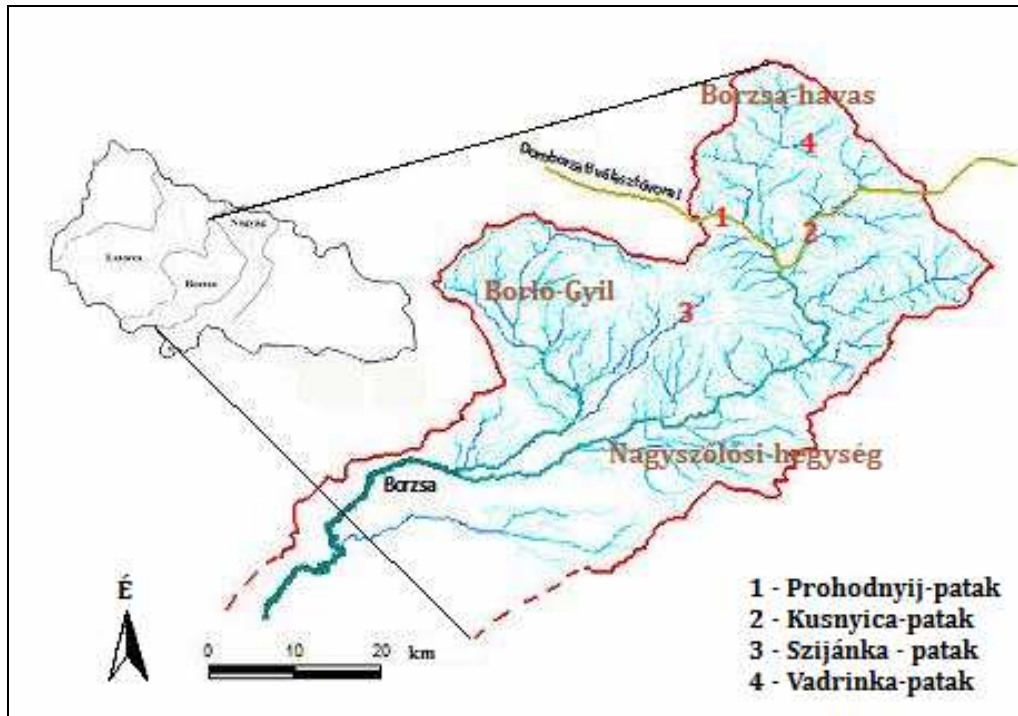
A felszín formakincsének vizsgálata régóta áll mind a statikus, mind a dinamikus geomorfológiai kutatások középpontjában. Az alapkutatások mellett az alkalmazott kutatásokban is egyre szélesebb körben elterjedtek a morfológiai paraméterek analitikus célú meghatározása és kiértékelése (Kerényi 1976, Kertész 1972, Szabó J. 1984). A kvantitatív geomorfológiában az 1960-as években terjedt el Magyarországon a statisztikai analízis módszereinek alkalmazása (Demeter és Szabó Sz. 2008). Az 1990-es évektől pedig a geoinformatikai által lehetőségeként kínált módszerek alkalmazása vált széleskörűen elterjedtté (Szabó G. 2008).

A vizsgált terület földrajzi helyzete

A Borzsa-vízgyűjtő (területe: 1827 km²) Kárpátalja központi területét foglalja el (1 ábra). A Nagyág és a Latorca folyók vízgyűjtői között található. A vízgyűjtőterület hegyvidéki részének domborzatilag két egymástól jól elkülöníthető részterülete a következő: északon a Vecsa (a Latorca bal oldali mellékága) és a Nagyág között a Borzsa-havas foglal helyet, melyet délről a Szolyva- és Prohodnyij-patak határol. Ezekről a patakoktól délre a vulkáni vonulathoz tartozó hegységek következnek. A Latorca és a Borzsa között a Borló-Gyil, a Borzsa és a Nagyág között pedig a Nagyszőlősi-hegység foglal helyet (1 ábra).

A Borzsa-havas kőzetanyaga alsó- és felsőkréta sötétszürke, fekete színű flis üledék, amelyet paleocén-eocén-oligocén üledék takar (Pinczés 2002). A hegység két ággal kezdődik, az északit a Temnatik, a délit a Sztij jelzi. A két ág a Nagyhegyben egyesül. A gerinc ívét tovább a Gemba, a Zsid Magura, a Grad és a Krugla jelöli ki. A hegyvonulat tetőszintje terjedelmes lapos fennsík. Az egész hegység zárt, tömeges, lakatlan (Kovács és Bakura. 1996). A Borló-Gyil miocén-pliocén andezitlávák, közbetelepült andezit- és dácittufából épül fel, amelyek az egykori Nyugat-Kelet-i irányba eltolódó kitörési központok sorát mutatják. A hegység vízhálózatának rajzolata alapján a Dehmanovot a Buzsórát kalderának minősíthetjük. Ahogy más területen Gábris (1987) kimutatta itt is, a völgyek sugár irányú szétterjedése jellemző, a kalderaperem külső oldalán. A Buzsora domborzatilag jól elkülönül környezetétől. Kalderáját a Buzsora – Zsbör – Bösztra – Kámeny gerincvonallal jelölhetjük ki. A Bösztra-hegységnek a délnyugati és délkeleti mellékgerince egy jól kirajzolódó krátert alkot, melynek

szerkezete sztratovulkáni (1. kép). A hegység déli oldala erősen felszabdalt, a lejtők itt csekély meredekségűek, az északiak egységes megjelenésűek és meredekebbek.



1. ábra: A Borzsa vízgyűjtő területe.



1. kép: Bösztro-hegy K-i lejtőjén elhelyezkedő feltárás. (A réteglapok ÉK-i dőlést mutatnak, azok anyaga andezit, andezit- és dácittufa).

A Borzsa-havasok és a Nagyszőlősi-hegység vulkanikus vonulata egyértelmű éles határral nem választható el. A hegység főgerince Husztól nyugatra a Tiszáig húzódik, melyet me-

redék falként kísér (Tupoj-hegycsoport). A Nagyszőlősi-hegység főgerince több nyugati és déli irányba fokozatosan alacsonyodó ágat bocsát ki, a nyugati ághoz tartozva több „magányos” csúcs (Nagyszőlősi Fekete-hegy, Salánki Helmec-hegy) meredeken magasodik az al-földi környezet fölé (Kovács és Bakura 1996).

Alkalmazott kutatási módszerek

A vízgyűjtő terület morфомetriai jellemzőinek feltárása céljából DDM-t készítettem. A DDM (digitális domborzat modell) alaptérképét négy 1:100 000-es méretarányú, az érintett területre vonatkozó térképszelvény szolgáltatta. A raszteres állapot rendelkezésünkre állt Gauss-Krüger-vetületben. A vektoros adatbázis létrehozása ArcView GIS 3.2 szoftver alkalmazásával készült. A vízhálózattal és völgyhálózattal kiegészített DDM lehetőséget kínál a folyó- és völgyhálózat rajzolatának áttekintésére és annak bifurkációs viszonyainak értékelésére (Kész 2008). A vízfolyás- és völgyhossz, valamint a területmérés elvégzését követően a völgy- és vízfolyás sűrűség kiszámítható (a vízfolyáshossz felvétele esetén a kékvonal elvet, a völgyhossznál pedig a barna vonal elvet követve). Az eljárást kétféleképpen végeztem el. Egyrészt a területek, völgyek és vízfolyások teljes figyelembe vételével, másrészt a Borló-Gyil, Nagyszőlősi-hegység területéből az Ilosvai-medence részterületének, völgyszerű képződményeinek (nem valódi völgy, ez alatt azt a völgyszakaszt értem, melynek völgyoldalai a 20 m-es szintkülönbséget nem haladják meg) és vízfolyásainak levonásával, kiküszöbölve annak befolyásoló szerepét. (A Borzsa-folyó vízgyűjtő egészen a Salánki-síkság levonását is hasonló ok miatt tettem meg.) A kutatás céljának megfelelően az eltérő domborzati területeken mért morфомetriai paraméterek az eredmények tárgyalásánál rendre összehasonlításra kerültek.

A bifurkációs mutató meghatározása céljából a völgyek és vízfolyások egyes szakaszainak rendüsi kategorizálását végeztem el (A vízfolyás- és völgyszakaszok rendüségének meghatározása a Horton által kidolgozott elv szerint történt). A bifurkációs mutatókat az alábbi összefüggés alapján számoltam ki.

$$R_b = \frac{\sum u_n}{\sum u_{n+1}}$$

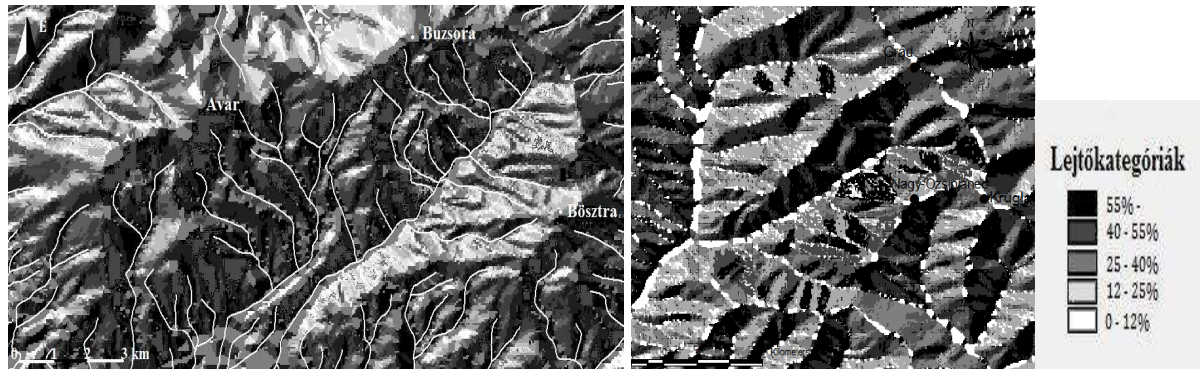
ahol: u az n -ed rendű vízfolyások, völgyek száma
 n a rendüsi szám

A hosszszelvények megrajzolásával a vízfolyások esésviszonyai értelmezhetőek, míg a keresztaszelvények a völgyek szimmetria viszonyait tükrözik. A hosszszelvények elkészítéséhez mindkét részterületről negyedrangú patakokat választottam, mivel számuk már elegendő az összehasonlítás megtételéhez, és mindkét területen előfordulnak.

A részvízgyűjtő területeken mért átlagos völgyszakasz-hossz rendüség szerinti összevetése nemcsak a kirajzolódó különbségeket jelzi, hanem a rendüség és a völgyhossz közötti kapcsolatot is. Az eljárás során a hatod rendű völgyszakasz figyelmen kívül hagyása volt indokolt, hiszen az északi részvízgyűjtő terület nem rendelkezik ilyen kategóriába tartozó völgyel.

A lejtősegi paraméter (általános lejtőmeredekségi viszony) meghatározása a különböző terület egységeken belül, egy-egy részvízgyűjtő terület kiválasztásával történt. A Borzsa-havas területén a Vadrinka-patak (mely a Grad-hegy nyugati lejtőjén található lásd 1. ábra 4. pontja), míg a Borló-Gyil és Nagyszőlősi-hegység területén a Szinjánka-patak (a patak a Buzsora kalderájában helyezkedik el, amit délnyugaton a Zsbör-hegy keleti oldalán tör át lásd 1. ábra 3. pontja) vízgyűjtője került kiválasztásra. A lejtőkategória térkép (2. ábra) alapján meghatá-

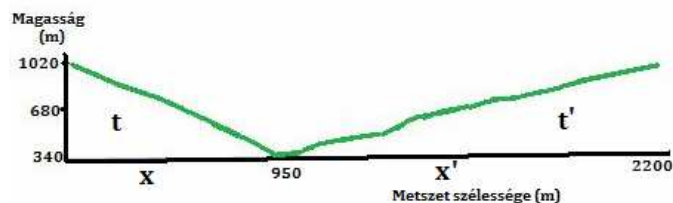
rozásra került az egyes lejtőkategóriák elterjedésének százalékos aránya (A lejtőkategóriákat a mintaterületek sajátossága miatt az alábbi értékhatárokkal jelöltem ki: 0-12 %, 12-25 %, 25-40 %, 40-55 %, 55 % felett). A lejtőség kiszámítását a Szabó (1984) által korábban leírtak szerint végeztem. A lejtőkategóriák alapján az így számolt lejtőség értéke 0 – 5500 között alakulhat. Mivel a kapott érték azonban nem összehasonlítható más területek lejtőség számával, ezért alkalmaztam az általánosan használt lejtőkategóriákat is (ezek rendre: 0-5 %, 5-12 %, 12-17 %, 17-25 %, 25 % felett). A völgyek szimmetriájának kimutathatóságát teszi lehetővé, ha lejtőséget meghatározzuk a vízgyűjtő két oldalán, és azok arányát vesszük.



2. ábra: Szinjánka-patak (baloldal) és Vadrinka-patak (jobb oldal) lejtőkategória térképe.

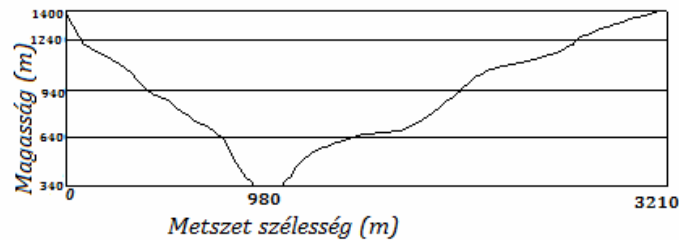
A völgyi szimmetria viszonyt legcélszerűbb keresztmetsvények segítségével vizsgálni. Egy adott völgy szimmetria értékének meghatározására a véletlen elvén képzett keresztmetszet nem alkalmas. Minimálisan egy völgyszakaszon annyi számú keresztmetszet készítése szükséges, amely megrajzolja a völgykeresztmetszet eredőjét. Ennek felhasználásával a völgyi szimmetria viszony számolható. A keresztmetsvényeket az egyes völgyi egységek völgyfőitől kiindulva a völgytalpra merőlegesen 250 m-es távolságokként készítettem el.

Figyelembe véve a dombsor és hegyhát szimmetriájára vonatkozó aszimmetricitási indexet (a gerincvonal közelebbi határoló völgytől való távolságának és a két szomszédos völgy közötti távolság felének hányadosa, Demeter és Szabó 2008) az empirikus alak felírható lenne: a völgytalptól a közelebbi gerincvonal távolságának és a völgyet keretező két hegygerinc távolságának felével vett arányával. Ez azonban a völgyek esetén nem alkalmazható, mivel figyelmen kívül hagyja a völgytalp szélességét. A völgyek aszimmetricitási indexe völgykeresztmetszet felhasználásával a következő: a közelebbi gerincvonal távolságának (x) és a hozzá tartozó keresztmetszeti terület összegének (t) aránya a távolabbi gerincvonal távolságának (x') és az ahhoz tartozó keresztmetszet területének (t') összegével. (3. ábra)

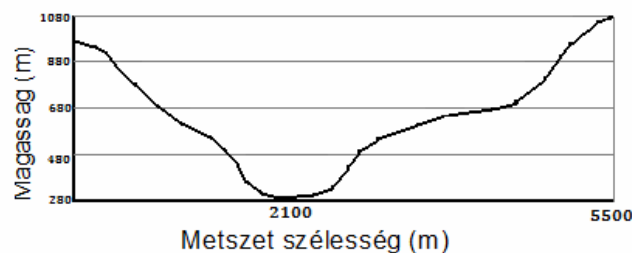


3. ábra: Völgyi aszimmetricitási index jelrendszere.

A Borzsa-folyó vízgyűjtőjének északi és déli részvízgyűjtő területeinek jellemző aszimmetricitási index meghatározása érdekében megszerkesztettem a völgyek keresztmetszelvevényből egy átlagos völgy keresztmetszetet (4. ábra), amelynek segítségével meghatároztam a szimmetria viszonyt jelző értéket. Völgyek keresztmetszeteinek egymásra helyezését rendre a völgyfenék illesztésével végeztem el úgy, hogy a rövidebb és hosszabb völgyoldalak a nekik megfelelő oldalra kerüljenek. Azokat a völgyeket, melynek a fővölgye minimum másodrendű, és hossza meghaladja a 1,5 km-t egy völgyi egységnek tekintettem.



4/a. ábra: A Borzsa-havas területének átlagos völgyi keresztmetszete.



4/b. ábra: Borlő-Gyil, Nagyszőlősi-hegység átlagos völgyi keresztmetszete.

Szimmetrikusnak tekinthető az a dombsor, hegyhát, hegygerinc, völgy amelynek aszimmetricitási indexe 1.0, vagy ahhoz közelít (Demeter és Szabó Sz. 2008). A völgyek aszimmetriájuk szerinti csoportosításához az alábbi kategorizálást javaslom.

aszimmetriai indexe	völgy típus
< 0,50	erősen aszimmetrikus völgy
0,51 – 0,75	aszimmetrikus völgy
0,76 – 0,90	gyengén aszimmetrikus völgy
0,91 – 1,00	közel szimmetrikus /szimmetrikus völgy

A völgyekre jellemző aszimmetricitási index számíthatóságát megnehezíti, hogy szükséges az átlagos keresztmetszet szelvény, amelynek elkészítése hosszabb völgyszakaszok esetén már nem egyszerű feladat, mivel nagy körültekintést igényel, valamint a különböző tágasságú völgyekből rajzolt átlag keresztmetszet megrajzolása erősen szubjektív. Ennek kiküszöbölése érdekében alkalmazhatóbb a völgyszakaszok szimmetria viszonyának meghatározására az alábbi összefüggés, melyhez a következő formulát dolgoztam ki:

$$Asz = \frac{\overline{x_1} + T_1 + v_1}{\overline{x_2} + T_2 + v_2}$$

ahol:

$\overline{x_1}$	a rövidebbik völgyoldal átlaghossza
T_1	a rövidebbik völgyoldalhoz tartozó terület
v_1	az ezen oldalhoz tartozó mellékvölgyek száma
$\overline{x_2}$	a hosszabbik völgyoldal átlaghossza
T_2	a hosszabbik völgyoldalhoz tartozó terület
v_2	az ezen oldalhoz tartozó mellékvölgyek száma

A mellékvölgyek figyelembe vétele azért indokolt, mert azok megbontják a völgyoldalt, vagyis annak jellegét módosítják. Egy adott völgyszakasz felmérése során csak azon mellékvölgyek vehetők figyelembe, amelyek részét képezik az adott völgyoldalnak, általában ilyenek az első és a 1,5 km-nél rövidebb másodrendű völgyek. Az ettől hosszabb valamint magasabb rendű völgyeket önálló völgyszakaszként érdemes felmérni.

A különböző rendűségű völgyek szimmetria viszonyának meghatározása a völgyrendűség és a völgyaszimmetria közötti kapcsolat bemutatását teszi lehetővé. Ennek elvégzéséhez második eljárást választottam. A völgyrendűségen alapuló aszimmetricitási index meghatározását az első rendűtől a negyedrendű völgyekig végeztem el, ennek oka, hogy az északi részterületen ötöd rendű völgyben fut a szerkezeti választóvonal, azaz a völgyoldalak nem azonos részterületre esnek, ezért az ötöd és a hatod rendű völgyszakaszok vizsgálata az összehasonlíthatóság hiánya miatt nem került bemutatásra.

Eredmények

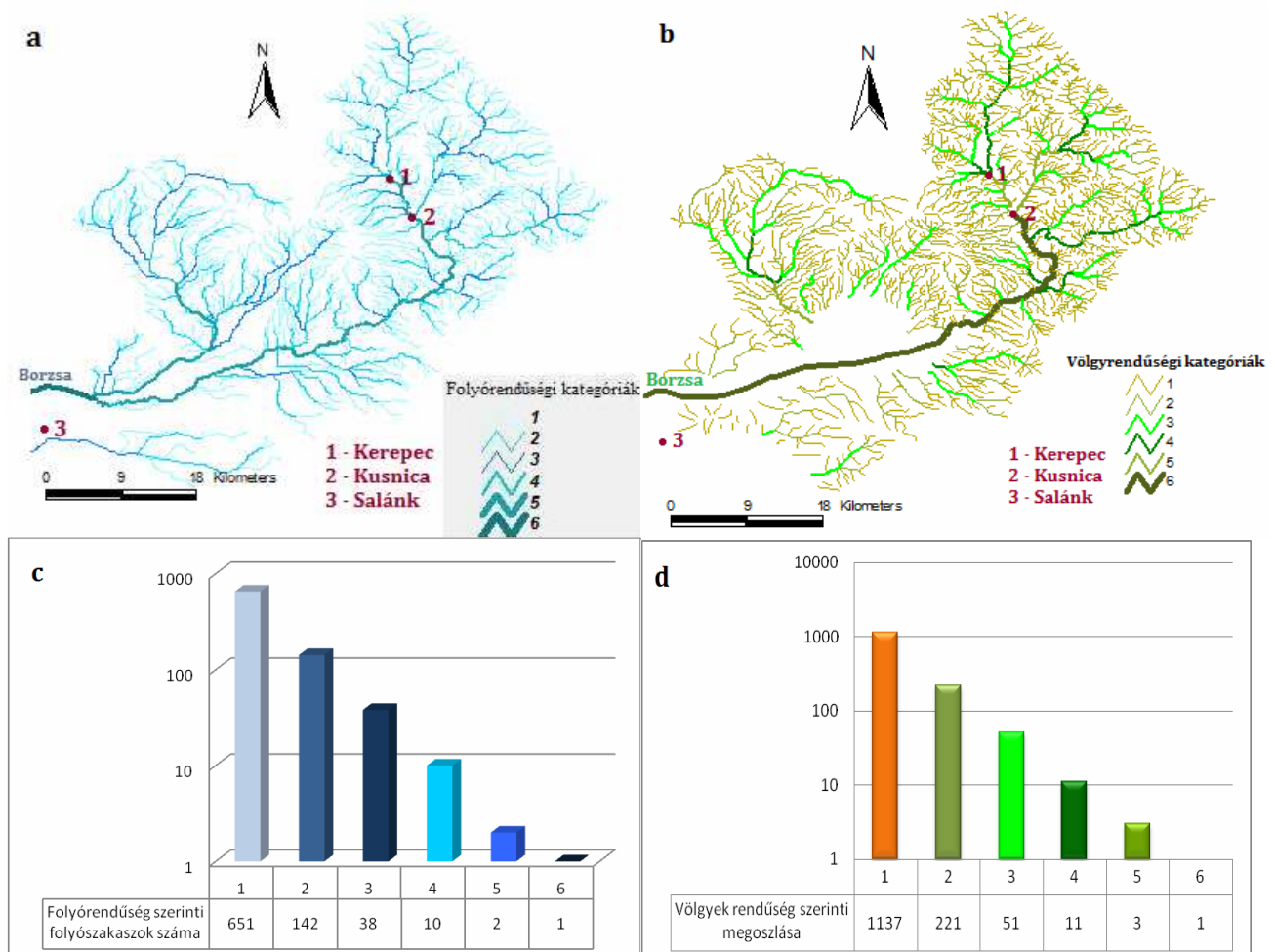
A Borzsa-folyó vízgyűjtő területén belül egymástól elkülöníthető részvízgyűjtő területek morfológiai paramétereikben jellemző eltéréseket mutatnak, tükrözve ezzel litológiai felépítésüket. A völgy-sűrűség- és vízfolyás-sűrűségre meghatározott értékeket az 1. táblázat foglalja össze. Az előzetesen várt eredményeknek megfelelően a lazább kőzetből felépülő Borzsa-havasok területén a Prohodnyij-, Borzsa-, Kusnica-patakok vízgyűjtőjén magasabb a völgy- és vízfolyás-sűrűség. Ennek további oka, hogy ezen a részvízgyűjtő területen nagyobb a csapadékmennyiség és kisebb az évi középhőmérséklet, miáltal a völgyek mélyülése és hátravágódása gyorsabb, mint a déli részvízgyűjtő területen. A völgy-sűrűség a részvízgyűjtő területén belül az Ilosva-patak vízgyűjtőjén jelentős eltéréseket mutat. Például a Szinjánka-patak területén az érték 2,23 km/km²-nek adódott, amit a meredek völgyoldalak eredményeznek. A völgy-sűrűség tendenciáihoz illeszkedő eredményeket kaptam a vízfolyás-sűrűség esetén is.

	Borzsa-vízgyűjtő	Borzsa-havas (Északi részterület)	Borló-Gyil, Nagyszőlősi hegység (Déli részterület)
Átlagos Völgy-sűrűség	1,45	2,30	1,73
Völgy-sűrűség a Salánki-síkság nélkül	1,83	-	-
Völgy-sűrűség az Ilosvai-medence nélkül	-	-	1,98
Átlagos Vízfolyás-sűrűség	0,89	1,38	1,01

Vízfolyássűrűség a Salánki-síkság nélkül	1,06	-	-
Vízfolyássűrűség az Ilosvai-medence nélkül	-	-	1,16

1. táblázat: Völgy- és vízfolyássűrűség a Borzsa-vízgyűjtő területén (km/km^2).

A völgyek és vízfolyások rendűség szerinti kategorizálása az 5. ábrán bemutatott eredményeket adta. A legszembevetőbb eltérés, hogy a Borzsa-patak Kerepctől egészen Salánkig ötöd rendű, míg völgyének rendűsége csak Kerepctől Kusnicáig azonos a vízfolyásával, onnantól pedig már hatod rendű (5. ábra). Megállapításra került, hogy a völgytípus váltás a harmadrendű völgyeknél történik meg, a völgytalp fokozatos szélesedése révén. A vízfolyások és völgyszakaszokra számolt bifurkációs értékek alakulása a 2. táblázatban került összefoglalásra. A vízgyűjtő északi és déli részterületén jellemzően a folyóvíz szakaszokra számolt bifurkációs mutató eltérése mutatható ki. Ami bizonyítja, az eltérő közettani felépítést. Az elágazási viszonyszám azt mutatja, hogy a vízfolyás- és völgyhálózat rajzolatában jelentős különbség nem mutatható ki.

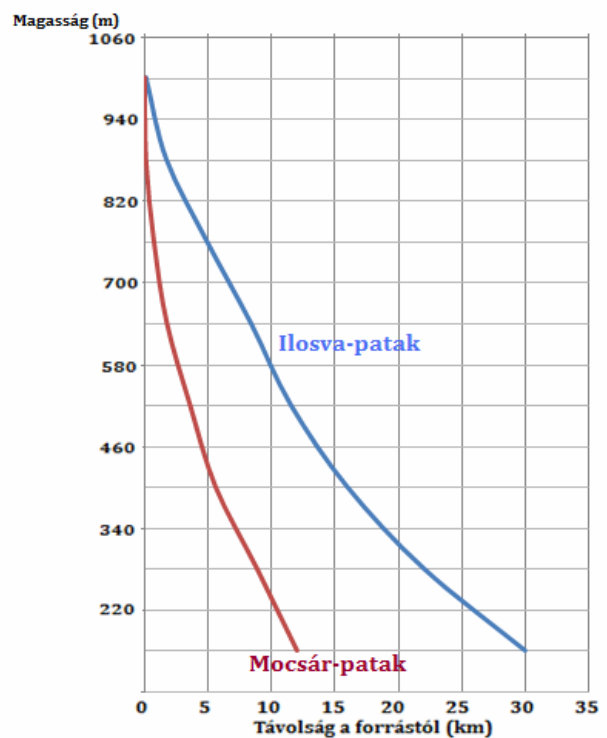
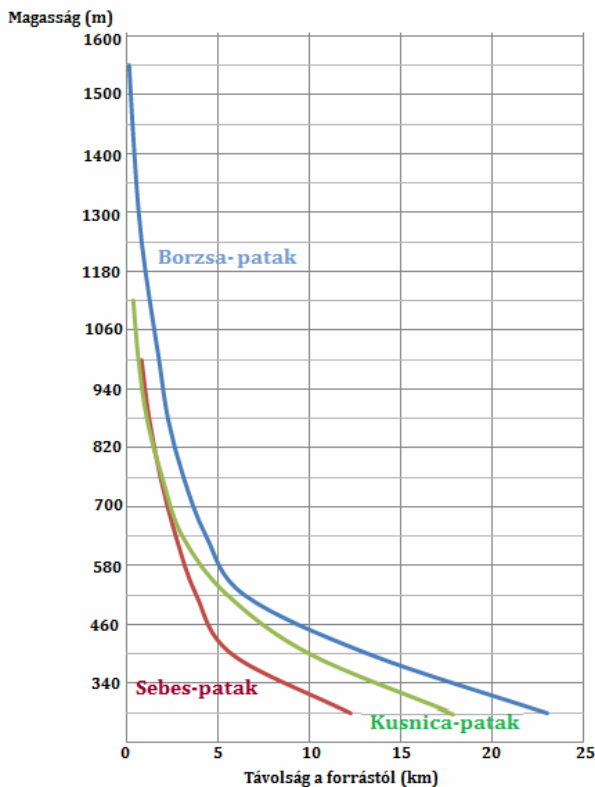


5. ábra: Vízfolyás- és völgyszakaszok rendűségi kategóriák, valamint az azonos rendű folyó- és völgyszakaszok száma. (a: folyószakaszok száma rendűségük szerint, b: völgyszakaszok rendűségi kategóriák szerint, c: folyószakaszok száma rendűségük szerint, d: Völgyszakaszok száma rendűségük szerint.)

	<i>Vízfolyás szakaszok bifurkációja</i>	<i>Völgy szakaszok bifurkációja</i>
Borzsza-vízgyűjtő	4,373	4,856
Borzsza-havas (Északi részvízgyűjtő terület)	4,838	4,986
Borló-Gyil, Nagyszőlősi hegység (Déli részvízgyűjtő terület)	4,263	4,831

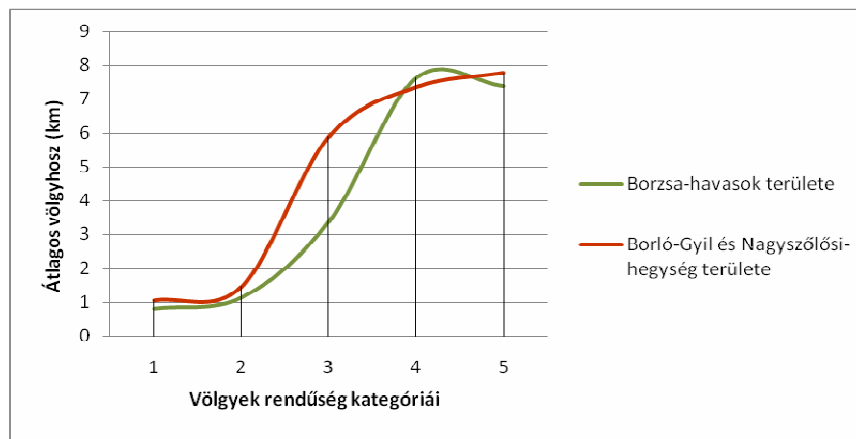
2. táblázat: Bifurkáció értékének alakulása a Borzsza-vízgyűjtő területén.

Az északi és a déli részvízgyűjtő terület között a legjellemzőbb különbség a folyóvizek hosszlevény rajzolatában mutatkozik (6. ábra). A kirajzolódó eltérést az alapkőzet különböző keménysége okozza. A Borzsza-havas patakjainak esésgörbéi homorú parabola jellegűek, míg a Borló-Gyil patakjai az egyenestől alig eltérő görbült ívet követnek.



6/a ábra: Borzsza-havas patakjainak esésgörbéje. 6/b ábra: Borló-Gyil patakjainak esésgörbéje

A völgyek rendűség szerinti átlagos völgyhossza (pontosabban fogalmazva völgyszakasz-hossza), ismételten eltérést mutat a két részterület között. A 7. ábrán látható, hogy a déli részvízgyűjtő területen a harmadrendű völgyek átlagos hossza egy nagyságrenddel meghaladja az északi részvízgyűjtő terület értékét (az adott völgyrendűségi kategória értéktartományát figyelembe véve).



7. ábra: Az átlagos völgyszakasz hossz alakulása a rendűségük szerint, két eltérő köztani felépítésű területen.

A Szinjánka- és a Vadrinka-patak vízgyűjtő területén számolt lejtőség alakulását a 3. táblázat foglalja össze. A lejtőség alapján, a völgyoldalak értékeinek arányából, számított szimmetriát jelző érték a Szinjánka-patak esetén 0,795-nek, a Vadrinka-pataknál pedig 0,945-nek adódott. Az értékek azonban inkább a völgyoldalak egymáshoz viszonyított meredekségét mutatják, mint a tényleges völgyi szimmetriát (aszimmetriát).

	Szinjánka-patak		Vadrinka-patak	
	Lejtőkategóriák			
	1	2	1	2
Jobb oldal	1943	1788	3574	2347
Baloldal	2443	2077	3379	2243
Összesen:	2165	1933	3446	2285

3. táblázat: Lejtőség alakulása a Szinjánka- és a Vadrinka-patak vízgyűjtő területén (1-esként jelölve a 0-12 %, 12-25 %, 25-40 %, 40-55 % 55 % feletti lejtőkategóriákból számolt, 2-esként jelölve a 0-5 %, 5-12 %, 12-17 %, 17-25 %, 25 % feletti lejtőkategóriákból számolt lejtőséget.)

Az átlagos völgyi keresztmetszet alapján számolt aszimmetritási index az északi rész-vízgyűjtő területen **0,541**-nek, a déli rész-vízgyűjtő területen pedig **0,788**-nek adódott. A völgyszakaszok paraméterei alapján számolt aszimmetritási index az északi rész-vízgyűjtő területen **0,549**-nek, a déli rész-vízgyűjtő területen pedig **0,802**-nek adódott. Megállapítható, hogy két módszer által számított érték közel azonos eredményt hozott. Ami által bizonyítottá vált, hogy van kapcsolat a köztani felépítés és az völgyaszimmetria között. Tehát a lazább köztan nagyobb gyakorisággal alakulnak ki erősen aszimmetrikus völgyek

A 4. táblázat a völgyrendűség alapján számított aszimmetritási index értékeket mutatja be rész-vízgyűjtő területek szerint. A legmarkánsabb völgyi aszimmetria kimutathatóan a másodrendű völgyszakaszok esetén jelentkezik. Az északi területrészen a harmadrendű völgyek szintén hasonló szimmetria viszonytal jellemezhetők.

Völgyszakaszok rendűség szerint				
	Elsőrendű	Másodrendű	Harmadrendű	Negyedrendű
Borzsá-havas (Északi rész-vízgyűjtő terület)	0,875	0,483	0,489	0,93

Borló-Gyil, Nagyszőlősi-hegység (Déli részvízgyűjtő terület)	0,634	0,427	0,668	0,92
--	-------	-------	-------	-------------

4. táblázat: Aszimmetricitási index alakulása völgyrendűségi kategóriák alapján

Összefoglalás

Jelen tanulmány a Borzsa-folyó egymástól közzettanilag elkülöníthető részterületén meghatározott morfometriai paramétereket mutatja be, a kimutatható különbségek figyelembe vételével.

A völgyi szimmetria viszonyok feltárásával sikerült bizonyítani, hogy mind a Borzsa-folyó teljes vízgyűjtő területén, mind pedig részvízgyűjtő területein az aszimmetrikus völgyek dominálnak. A völgyi szimmetria meghatározását aszimmetricitási index kiszámításával végeztem el. Ezen index meghatározását egyrészt átlagos völgykeresztmetszet felhasználásával, másrészt a völgyoldalak jellemző értékeik figyelembe vételével alkotott összefüggés szerint számoltam ki. A viszonyszám alakulása szerint a részvízgyűjtő területek közül a déli gyengén aszimmetrikusnak, az északi aszimmetrikusnak adódott. A völgyrendűség és az aszimmetria közötti kapcsolat azt mutatta, hogy a másodrendű völgyszakaszok térnek el leginkább az aszimmetrikus völgyformától.

A Borzsa-vízgyűjtő területén végzett morfometriai vizsgálatok eredményeit elsősorban geomorfológiai és hidrológiai szempontból tartom fontosnak. Az elvégzett kutatás által következtethetünk a terület fejlődéstörténetére, valamint a vízjárást meghatározó összefüggésekre. A vizsgálatokat az erdőgazdálkodás szempontjából felhasználhatónak tartom, mivel a völgyek lejtő- és szimmetria viszonyainak figyelembe vételével olyan erdőgazdálkodás folytatható, amely nem veszélyezteti szélsőséges mértékben a táj regenerálódási képességét.

Irodalom:

- Demeter G. - Szabó Sz. 2008: Morfometriai és litológiai tényezők kapcsolatának kvantitatív vizsgálata a Bükkben és északi előterén. Debreceni Egyetem, Debrecen. 7-24, 159-162.
- Gábris Gy. 1987: Néhány gondolat a vízhálózat sűrűséget meghatározó tényezők vizsgálatáról. Földrajzi Közlemények 35. 26-34.
- Gönczy S. - Orbán K. - Molnár J. 2005: Vízadó szintek földtani környezete és veszélyeztetettségi állapotfelmérése Beregszász környékén. A fenntartható vízgazdálkodás eszköztárának bővítése Mátészalka – Beregszász térségében. Westsik Vilmos Nyírségi Tájfejlesztési Alapítvány, Nyíregyháza. 103-132.
- Kerényi A. 1976: Néhány gondolat a reliefenergiáról. Földrajzi Értesítő 25.1. 1-30.
- Kertész Á. 1972: Matematikai-statisztikai módszerek alkalmazási lehetőségei a geomorfológiában a Tetves-árok és a Péli-völgy példáján. Földrajzi Értesítő 1972/4. 487-502.
- Kész A. 2008: Folyórendűségi vizsgálatok a Borzsa-vízgyűjtő területén. In: Geographia generalis et specialis. Tanulmányok a Kádár László születésének 100. évfordulóján rendezett tanulmányos konferenciára. 169-174.
- Kormány Gy. 2002: Kárpátalja ásvány- és gyógyvizei. Kárpátalja kézikönyv; Gondolat kiadó, Budapest. 57-74.
- Kovács S. - Bakura S. 1996: Kirándulások a Kárpátok alján és bércein. Intermix Kiadó, Ungvár – Budapest. 150p.
- Pinczés Z. 2002: Kárpátalja gazdasági életének természetföldrajzi alapjai. Kárpátalja kézikönyv; Gondolat kiadó, Budapest. 1-35
- Szabó G. 2008. Geomorfológiai mérések pontosságának vizsgálata egy bükkalji mintaterületen. In: Geographia generalis et specialis. Tanulmányok a Kádár László születésének 100. évfordulóján rendezett tanulmányos konferenciára. 87-93.
- Szabó J. 1984: A természeti környezet mezőgazdasági szempontú minősítése a Csereháton. Földrajzi Közlemények, 1984/3, 255-284.